Sonder-Abdruck aus dem XLVI. Bande der Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.

Über den Blutstrom in der Leber, insbesondere den in der Leberarterie.

Von **Dr. Wladimir Betz,**
aus Kiew.

(Vorgelegt von Prof. C. Ludwig in der Sitzung vom 22. Mai 1862.)

(Mit 1 Tafel.)

Die in den letzten Jahren bekannt gewordenen Untersuchungen über den Stromlauf des Blutes in der Niere, dem Hoden etc. sind für die Physiologie dieser Organe wichtig genug, um den Wunsch nach einer ähnlichen Untersuchung auch anderer Gefässabschnitte rege zu machen. Aus diesem Grunde sah ich mich veranlasst, den Stromlauf in der Leber genauer zu untersuchen. Es leuchtet ein, dass dieses darum besonders interessant sein muss, weil in die Leber zwei Blutströme eingehen, deren Massenelemente eine sehr verschiedene beschleunigende Kraft besitzen; es ist also der Mühe werth nachzufragen, ob die Blutmenge, welche jeder der beiden Ströme in die Leber schickt, im Verhältniss steht zu diesen beschleunigenden Kräften. Wäre dieses der Fall, wäre also in der That der arterielle Strom ein sehr bedeutender im Verhältniss zu den durch die V. Porta verlaufenden, so würde daraus sicherlich geschlossen werden müssen, dass das Arterienblut nicht allein für die Ernährung der Lebermasse und die Bildung des Leberschleimes, sondern auch für die sogenannten Functionen der Leber also für die Bildung der Wärme, des Zuckers, der Galle von unmittelbarer Bedeutung wäre. Der venöse Strom durch die Leber erhält aber noch dadurch eine besondere Stellung, dass er der Abflussweg des gesammten Darmblutes ist. Die veränderlichen Widerstände, welche die Lebergefässe darbieten, werden also nicht blos auf die Functionen der Leber, sondern auf die des ganzen Darmes einwirken.

I.

Zur Ausführung meines Vorhabens schien es mir zuerst nothwendig, eine hydraulische Untersuchung an der ausgeschnittenen

Leber zu unternehmen. Aus einer solchen Versuchsreihe mussten nicht allein Winke für die Versuche hervorgehen, welche man am lebenden Organ vorzunehmen hatte, sondern es mussten sich auch geradezu Thatsachen finden lassen, die auf die lebendige Strömung angewendet werden könnten. Die Vorsichtsmassregeln, welche die künstlichen Durchströmungsversuche der Leber erfordern, sind zahlreiche, so dass die Untersuchung selbst zu einer sehr mühevollen wird. Die Apparate und Methoden, die ich bei dieser Versuchsreihe in Anwendung brachte, verdanke ich den Angaben von Herrn Professor C. Ludwig, in dessen Laboratorium ich arbeitete.

Die erste Bedingung, welche erfordert wurde, war die unverrückte Aufstellung der Leber in einer der normalen analogen Lage. Um sie zu bewirken, diente der Apparat, welcher auf der Tafel abgebildet ist. An einem starken Halter *a* war ein Teller *b* aus doppeltem, steifem, verzinntem Eisenblech verschiebbar angebracht; dieser Teller besass auf seiner obern Fläche eine convexe Wölbung, die ringsum von einem etwa 40 Centim. breiten steifen und ebenen Rande umgeben war. Am gewölbten Theil war der Teller durchbohrt von 5 Metallhülsen, die an ihn angelöthet waren. Drei davon *c*, *d*, *e* sollten die Zuflussröhren zu den Blutgefässen enthalten; eine vierte *f* sollte dazu dienen, um den Luftraum um die Leber zu comprimiren oder zu verdünnen; eine fünfte endlich *g* nahm einen Stab auf, der oben einen horizontal gestellten Ring trug, während er nach unten durch eine knieförmige Biegung mit dem Halter *a* verbunden werden konnte; zwischen den Ring und den Teller wurde die Leber eingeschoben, wie es die Figur zeigt. Damit ihre Befestigung daselbst der normalen möglichst gleich komme, wurde die Leber mit dem ganzen Zwergfelle vorsichtig herausgeschnitten und dieses letztere mit seinen Rändern sorgfältig an dem Ring angenäht, so dass die Leber durch ihre normalen Peritoneal-Falten getragen, von ihm herabhing; darauf wurde die Leber vorsichtig auf die Wölbung des Tellers herabgelassen und dann die beiden Theile des Apparates gegen einander festgestellt. Durch diese doppelte Unterstützung und die Lagerung des Organes auf einer gewölbten Fläche blieb nicht allein der Zugang zur Porta vollkommen offen, sondern es konnten auch die zwischen den Leberlappen verlaufenden grösseren Blutgefässe vor der Compression geschützt werden. Schon vor dem Aufbinden der Leber waren in die Blutgefässstämme drei möglichst entsprechende Glascanüle eingefügt; die

der Lebervene entsprechende Röhre war, aus einleuchtenden Gründen in das Herzende der *vena cava inferior* oberhalb des Zwergfelles eingesetzt, nachdem dieselbe vor dem Eingang in die Leber sorgfältig unterbunden war. Das aus dem obern Ende der *vena cava inferior* hervorgehende Rohr war doppelt rechtwinklig gebogen, in der Mitte seines horizontalen Stückes befand sich eine verschliessbare Öffnung. Ich bemerke sogleich, dass diese zum Auslassen der Luftblasen dienen sollte, welche aus der Leber durch den Strom herausgeführt wurden. Die drei Glascanülen wurden nachdem die Leber fixirt war, mittelst Kautschuk-Schläuchen an die Metallröhren des Apparates *c*, *d*, *e* befestigt. An das Ende der letzten, welche unter dem Bleehteller hervorragten, konnten diejenigen Stücke angefügt werden, welche das Zu- und Abfliessen zur Leber besorgen sollten. Den Zufluss liess ich aus einer entsprechend weiten und langen senkrechten Röhre geschehen, deren Inhalt kalibrirt war. Die Figur zeigt die Art und Weise ihrer Aufstellung.

Über die Leber konnte eine geräumige Glasglocke gestülpt und diese durch die Schrauben und Haken *k* auf den Teller festgestellt werden. Die Verbindung zwischen den ebenen Rändern der Gloeke und des Tellers war luftdicht herzustellen mittelst einer ringförmigen Lederscheibe, die zwischen beide gelegt wurde. Bei dem Versuche, der einen luftdichten Verschluss verlangte, umgab ich auch die Röhre, welche den Träger der Leber führte, mit einem Kautschukschlauch, der auf die Röhre und den Stab *g* fest gebunden werden konnte. Wollte man nach Herstellung des luftdichten Verschlusses den Luftdruck um die Leber ändern, so hatte man nur nöthig durch die Röhre *l*, welche mit dem Kautschuk verschlossen werden konnte Luft einzublasen oder auszuziehen. Ein an die Seitenöffnung des Schlauches gesetztes Quecksilbermanometer gab die Spannung an, welche die Luft unter der Gloeke besass.

Um die Leber zum Versuche vorzubereiten, befreite ich ihre Gefässe von Gerinnseln und Blut, indem ich eine verdünnte Gummilösung durch dieselbe gehen liess; ich führte diesen Strom unter geringeren Druck, sowohl von der *Arteria hepatica* und *Vena portarum* zur *Vena hepatica* als auch in umgekehrter Richtung; erst dann, wenn die Flüssigkeit nach beiden Richtungen farblos abfloss und die Leberoberfläche überall ein blutfreies reines Gelb zeigte, erklärte ich das Auswaschen für beendet. Diese Operation muss sehr

sorgfältig geführt werden, damit nirgends eine Zerreissung eintritt, sie dient zugleich dazu, um diejenigen kleinen Collateraläste aufzufinden, welche mit dem Lebergefässsystem in Verbindung stehen und beim Ausschneiden der Leber verletzt waren; diese Äste müssen sorgfältig unterbunden werden. Wenn die Leber durch mehrstündiges Auswaschen mittelst der dünnen Flüssigkeit von Blut befreit ist, so ist sie auch beträchtlich aufgequollen. Diese Quellung ruft auch eine bedeutende innere Spannung hervor; um diese auszugleichen, lässt man dann die Leber etwa 12 — 16 Stunden in einem durch Eis gekühlten Raume stehen, in dieser Zeit fliesst die Flüssigkeit allmählich ab. — Die Flüssigkeit, welche ich zu dem definitiven Versuche benützte, war eine sehr concentrirte zähe Lösung von Gummi arabicum; sie wurde durch Eindampfen einer dünnen wohl filtrirten Lösung auf dem Wasserbade bereitet; sie führte allerdings eine bedeutende Stromhemmung ein, sie gewährte dagegen den Vortheil, dass sie leichter und billiger herstellbar ist, als jede andere, welcher die Aufgabe gestellt ist, während des Stromes jegliche Filtration zu vermeiden, eine Bedingung, welche natürlich durchaus erfüllt sein muss. Diese concentrirte Gummilösung führt man unter einem beliebigen Druck so lange durch die Leber, bis alle in ihren Gefässen enthaltene Luft vollständig entfernt ist. Beginnt man nun den Versuch unter einem constanten Druck, so macht man alsbald die Bemerkung, dass die in der Zeiteinheit aus der Lebervene kommende Flüssigkeitsmenge, trotz constantem Druck sich mit der Dauer des Versuches ändert, und dass erst nach 10 und mehr Minuten die Geschwindigkeit des Stromes in der Lebervene eine constante wird. Dieselbe Bemerkung macht man, wenn man von einem zum andern Druck übergeht und namentlich ist die im Beginne ausströmende Menge grösser, als die später kommende, wenn der vorhergehende Druck grösser war. Im anderen Falle ist sie dagegen kleiner; der Grund dieser Erscheinung liegt offenbar darin, dass die Lebergefässe erst allmählich den Grad der Ausdehnung annehmen, welcher dem angewendeten Stromdruck entspricht. Daraus folgt die Regel, dass man die dem vorhandenen Stromdruck zukommende Ausflussmenge erst dann erhalten wird, wenn sich der Strom mit der Leberspannung in's Gleichgewicht gesetzt hatte. Den Eintritt dieses Zeitpunktes kann man entweder daraus erkennen, dass die Ausflussgeschwindigkeit constant geworden ist, oder noch besser

daraus, dass man die Menge der ein- und ausströmenden Flüssigkeit misst. Sind beide Mengen gleich und constant, so ist der gewünschte Zustand eingetreten. Sollte trotz der eingetretenen Gleichheit die Ausflussmenge noch fortwährend mit der Dauer des Versuches abnehmen, so würde dieses anzeigen, dass durch die Aufquellung der Leberzellen und die Anfüllung der Gallengänge das Strombett verändert wurde; in diesem Falle wäre jede Fortsetzung des Versuches so lange zu unterlassen, bis man die Gummilösung durch Eindampfen auf dem Wasserbade zu einem Grade eingedickt hätte, bei dem sie nicht mehr quellend wirken konnte.

Wenn man nun nach der besonderen Absicht fragt, welche ich mit den hydraulischen Versuchen verband, so erfolgt die Antwort, dass ich durch dieselben weder die wahren dem lebendigen Strom zukommenden Verhältnisse zwischen Drücken und Geschwindigkeiten und eben so wenig die gewöhnlichen hydraulischen Aufgaben lösen wollte, nach welchen die Änderung zwischen Druck und Geschwindigkeit aus den variablen Dimensionen der Röhren und dem Reibungs-Coëfficienten ihrer Wand abgeleitet werden soll. Ich beabsichtigte nur folgende Fragen zu lösen:

1. In welchem Verhältniss steht die mittlere Geschwindigkeit in der *Arteria hepatica* und *Vena portarum*, wenn die Drücke an den Einflussmündungen gleich gross sind; in diesem Versuche soll die mittlere Geschwindigkeit, die durch je eines dieser Gefässe in der Zeiteinheit geflossene Menge dividirt durch den Querschnitt des Stromrohres bedeuten.

Da es misslich erschien, den Durchmesser des Gefässes während des Stromes zu messen, so zog ich es vor, das Verhältniss der beiden Gefässlumina an mehreren Lebern zu bestimmen, deren zuführende Blutgefässe ich unter constantem Druck mit einer gleich concentrirten Leimlösung angefüllt hatte. Zur sicheren Untersuchung beider Gefässe waren beide Leimlösungen mit verschiedenen flüssigen Farbstoffen gefärbt. Nachdem die injicirte Leber erkaltet und durch Spiritus erhärtet war, fertigte ich mir Durchschnitte an, welche senkrecht gegen die Längenaxe der Gefässe gerichtet waren; dass diese letztere Bedingung erfüllt war, wurde daraus erkannt, dass die Gefässdurchschnitte vollkommen kreisrund waren. An vielen Schnitten von vier auf diese Weise vorbereiteten Lebern habe ich mit der Loupe und einem Glasmassstab sehr zahlreiche Messungen

vieler neben einander laufender Äste unternommen. Die Grenzen der Durchmesser der gemessenen Arterien lagen hierbei zwischen 0·20 und 1·65 Millim., die der Venenäste zwischen 7·00 und 0·75 Millim.; aus diesen Messungen ergab sich an allen Lebern, dass sich das Verhältniss der Arterie zur Vene zwischen 1 zu 3·75 — 1 zu 6·6 änderte. Diese eben gegebenen Grenzen bildeten jedoch die Ausnahme; in der Regel verhielten sich beide Durchmesser wie 1 zu 5. Ich glaube darum berechtigt zu sein, dieses letztere Verhältniss den folgenden Betrachtungen zu Grunde zu legen.

Um das Verhältniss der mittleren Geschwindigkeiten in beiden Gefässen zu finden, hatte man nach den eben hingestellten Voraussetzungen nur nöthig die Ausflussmenge aus der Pfortader mit dem 25fachen Werthe der Ausflussmenge aus der Leberarterie zu dividiren.

Da es von vorne herein wahrscheinlich war, dass der Strom in der Leberarterie, durch einen gleichzeitig bestehenden, in der Pfortader wesentlich geändert werden würde, so verfuhr ich theils so, dass ich den Strom an jedem von beiden Gefässen zu verschiedenen Zeiten erfolgen liess, theils aber auch so, dass der Strom gleichzeitig durch beide Gefässe floss. Bei dem letztern Verfahren mass ich die Ausflussmenge aus der Lebervene und zugleich am Einflussrohr in der Arterie die Menge des Abfliessens. Der letztgenannte Werth gab die Quantität des arteriellen Stromes; zog man ihn ab von dem aus der Lebervene ausgeflossenen Volum, so erhielt man das Stromquantum in die Pfortader.

Tab A. Ungleichzeitige Ströme durch die beiden Gefässe.

Druck in Millim.	Ausflussmenge durch die *Arteria hepatica*	Ausflussmenge durch die *Vena portarum*	Verhältniss der mittleren Geschwindigkeiten in beiden Gefässen; die in der Arterie = 1
400	0·73 K. C.	45 K. C.	2·4
600	1·10 „	65 „	2·4
800	1·47 „	90 „	2·5

Tab. B. Gleichzeitiger Strom durch die beiden Gefässe.

Druck in Millim.	Ausflussmenge aus der *Arteria hepatica* im Verlaufe v. 5 Minuten	Ausflussmenge aus der Lebervene im Verlaufe v. 5 Minuten	Verhältniss der mittleren Geschwindigkeiten in beiden Gefässen; die in der Arterie = 1
400	0·18 K. C.	12·2 K. C.	2·7
350	0·13 „	9·4 „	2·9
300	0·09 „	6·1 „	2·0
250	0·04 „	3·9 „	4·0

Diese Zahlen zeigen jedenfalls, dass der Strom durch die Leberarterie mit viel grösseren Widerständen zu kämpfen hat, als der venöse; denn der erstere steht gegen den zweiten an mittlerer Geschwindigkeit um mindestens das Doppelte zurück.

Zum Beweise für die geringe Geschwindigkeit des Stromes durch die Leberarterie im Verhältniss zu dem durch die Pfortader kann auch noch folgender Fall meines Tagebuches herbeigezogen werden.

Druck in der *Arteria hepatica* in Millim.	Ausflussgeschwindigkeit im Verlaufe v. 5 Minuten	Druck in der *Vena portarum* in Millim.	Ausflussgeschwindigkeit im Verlaufe v. 5 Minuten
850	0·55 K. C.	400	26·45 K. C.
850	0·46 „	600	31·58 „

2. Unsere Versuche liefern auch den Beweis, dass der Strom durch die *Art. hepatica* beeinträchtigt wird, wenn gleichzeitig ein solcher durch die *Vena portarum* geht.

Tab. C.

Druck in der *Arteria hepatica* in Mill.	Ausflussmenge im Verlaufe v. 5 Min. in K. C.	Druck in der *Vena portarum* in Mill.	Druck in der *Arteria hepatica* in Mill.	Ausflussmenge im Verlaufe v. 5 Min. in K. C.	Druck in der *Vena portarum* in Mill.	Druck in der *Arteria hepatica* in Mill.	Ausflussmenge im Verlaufe v. 5 Min. in K. C.	Druck in der *Vena portarum* in Mill.
880	2·70	0	850	1·15	0	850	1·15	0
—	2·30	200	—	0·92	200	—	0·92	200
—	2·20	400	—	0·46	400	—	0·55	400
—	2·00	600	—	0·23	600	—	0·46	600

Aus naheliegenden anatomischen Gründen haben die Ergebnisse der unter 1 und 2 vorliegenden Beobachtungen nichts Auffallendes. Der arterielle Strom muss in der Leber einen grössern Widerstand finden, als der venöse, weil die Arterie in ihren Stämmen und Zweigen viel enger ist, als die Vene in den entsprechenden, noch mehr aber darum, weil der arterielle Strom vor seinem Eintritt in die Capillaren der Leberinseln erst das ernährende Capillarnetz der Leberwandungen zu durchsetzen hat.

Die Beeinträchtigung aber, welche der arterielle Strom vom venösen erfährt, kann zwei Gründe haben: Einmal hindert im straffen Gewebe der Leber die Spannung der Pfortaderzweige, die Ausdehnung der Leberarterie, respective die Ausdehnung des capillaren Stromnetzes auf den Wandungen der Vene. Andererseits muss aber auch das Einfliessen in das Inselnetz von der Arterie aus durch den Strom von Seiten der *Vena portarum* gehindert werden.

Die unter Umständen grosse Hemmung, welche der Strom der Leberarterie erfährt, kann aber auch von physiologischer Bedeutung sein. Offenbar kann nämlich wegen des veränderlichen Widerstandes, welchen das Blut der Darmarterien in den Capillaren der Eingeweide findet, der Druck mit dem das venöse Blut in der Leber strömt, ein sehr veränderlicher sein. Sinkt der Druck in derselben, so wächst dafür der Strom durch die Arterie und ersetzt der Leber wenigstens theilweise den geschwächten Zufluss von der Pfortader; zugleich vermindert auch dann der rasche Abfluss durch die *Arteria hepatica* die stärkere Spannung in den Darmarterien.

3. Da nun aber die vorliegenden Versuche die relative Bedeutungslosigkeit des arteriellen Stromes dargethan haben, so wendete ich meine Aufmerksamkeit vorzugsweise dem venösen Strome zu; namentlich schien es mir wichtig zu untersuchen, wie sich der Venenstrom änderte, mit dem veränderlichen Füllungszustand der Leberzellen und der Gallengänge, und mit dem veränderlichen Druck, der auf der Oberfläche der Leber lastet.

Um den Strom bei veränderlicher Anfüllung der Gallengefässe zu untersuchen, setzte ich in den *Ductus choledochus* ein senkrechtes Rohr, welches ich mit concentrirter Gummilösung bis zu der gewünschten Höhe anfüllte; hierbei machte ich die jedem praktischen Anatomen bekannte Bemerkung, dass die Flüssigkeit in dem senkrechten Röhrenschenkel unterhalb gewisser Grenzen einen constanten Stand

behauptete; war dieselbe überschritten, so sank der Druck plötzlich ab. Offenbar waren dann die Blut- und Lymphgefässe, die sich auf den Gallengängen verbreiten, zerrissen.

Die so angestellten Versuche ergaben folgendes Resultat:

Tab. D.

Druck in der Pfortader in Millim.	Ausfluss aus der Lebervene im Verlaufe v. 5 Min. in K. C.	Druck d. in den Gallengängen vorhandenen Flüssigkeit in Millim.	Druck in der Pfortader in Millim.	Ausfluss aus der Lebervene im Verlaufe v. 5 Min. in K. C.	Druck d. in den Gallengängen vorhandenen Flüssigkeit in Millim.
320	6·60	200	320	8·30	60
—	5·55	305	—	7·70	85
—	4·80	400	—	5·88	150
—	4·40	500	—	5·50	250
—	4·40	600	—	5·50	310
—	—	plötzlich gesunken	—	4·40	415
					500 plötzlich gesunken

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, dass durch eine Hemmung im Ausflusse der Galle der Pfortaderstrom um ein sehr Merkliches beeinträchtigt ist.

Auf eine ähnliche aber noch einflussreichere Weise wirkt die veränderliche Anfüllung der Leberzellen; leider stand mir kein Mittel zu Gebote, um die veränderliche Anfüllung der Leberzellen zu messen. Einen qualitativen Massstab gewährt jedoch der Härtegrad der Leber; diesen suchte ich dadurch veränderlich zu machen, dass ich auch durch die Pfortader Ströme einer dünnen Gummilösung unter verschiedenem Drucke führte und hinter dem bald hohen bald niedern Drucke immer wieder unter denselben Druck durch die Pfortader strömen liess. Beispielweise also die Ausflussmenge aus der Lebervene beim Druck von 400 Millim. aus der Pfortader mass, nachdem vorher der Reihe nach ein Druck von 200, 600, 800 Millim. gewirkt hatte.

Ich fand dabei constant, dass derselbe Druck, wenn er unmittelbar unter höherem folgte, eine geringere Ausflussgeschwindigkeit erzielte, als wenn ein niederer vorausgegangen ward. Dass diese Erscheinungen auf eine Hemmung des Strombettes von Seite der

Leberzellen bezogen werden muss, ergibt sich daraus, weil die Gallengänge und die Lymphgefässe dabei vollkommen leer blieben.

Da im physiologischen Zustande die Leber wegen veränderlicher Füllung ihrer Zellen sehr beträchtliche Variationen ihres Volums erfährt, so ist diese Erscheinung von grosser Wichtigkeit; man sieht sogleich ein, dass der Füllungsgrad der Leber ein Mittel abgibt, um den Blutstrom durch dieselbe zu regeln; in wiefern diese Minderung des Blutstromes von Einfluss auf die Zellenfunctionen ist, müssen wir freilich dahingestellt sein lassen.

Die Mehrung des äussern Druckes endlich suchte ich den natürlichen Verhältnissen entsprechend, und namentlich der veränderlichen Stellung des Zwergfelles und der ungleichen Anfüllung der Baucheingeweide gemäss dadurch zu erzielen, dass ich den Luftdruck unter der Glocke mehrte. Diese Druckerhöhung konnte nur von Einfluss auf das Strombett in der Leber sein, da die Pfort- und Leberadermündungen ausserhalb der Glocke sich befanden. Die Versuche ergaben folgendes Resultat:

Tab. E.

Druck in der Pfortader in Millim.-Lösung	Ausflussmenge aus der Lebervene im Verlaufe von 5 Minuten	Höhe des Luftdruckes auf die Leberoberfläche in Quecksilber-Millim.	Druck in der Pfortader in Millim.-Lösung	Ausflussmenge aus der Lebervene im Verlaufe von 5 Minuten	Höhe des Luftdruckes auf die Leberoberfläche in Quecksilber-Millim.
320	6·60	0	320	8·40	0
—	3·30	10	—	5·50	10
—	1·40	20	—	1·66	20

Man sieht, welch grosse Hemmungen geringe Änderungen des äusseren Druckes besitzen.

Abgesehen von allen anderen Folgen, die die drei erwähnten Umstände: Anfüllung der Gallengänge, Schwellung der Leberzellen und Druck auf die Leberoberfläche auf die Thätigkeit der Leber hervorrufen können, haben sie eine grosse Bedeutung für den Strom des Blutes in sämmtlichen Unterleibseingeweiden und möglicher Weise sogar auf den Strom in allen übrigen Gefässen. Durch die Stromhemmung in der Leber muss die Spannung in den Darm-

gefässen erhöht werden, und so könnte es kommen, dass durch die in Folge der Verdauung herbeigeführte Leberschwellung die Darmgefässe zum Strotzen gebracht werden. Die Hemmung in der Leber muss aber auch die Spannung im übrigen arteriellen Systeme erhöhen, und aus bekannten Gründen, vorzugsweise in den Schlagadern, die den Darmarterien zunächst liegen: in dieser Rücksicht verdient in erster Ordnung die Nierenarterie genannt zu werden.

Zum Schlusse dieser Durchströmungsversuche will ich noch eine Erfahrung über den Seitendruck anfügen, die mir nicht unwichtig scheint. Ich setzte wiederholt ein Manometer in die Leberarterie, während der Strom von der Pfortader zur Lebervene, oder auch umgekehrt, ging; hier wurde niemals ein Aufsteigen der Wassersäule im Manometer der Arterie bemerkt, selbst wenn man den Strom Stunden lang durchführte; daraus muss man schliessen, dass die Verbindung zwischen der Leberarterie und den Capillaren der Leberinseln durch einen Strom in den Venen geschlossen wird, eine Thatsache, welche schon in den obigen Erfahrungen angedeutet wurde. Dass das Manometer in der Lebervene, während der Strom von der Leberarterie zur Pfortader ging, so erreichte dasselbe einen viel niederern Stand, als wenn das Manometer in der Pfortader sass und der Strom von der Arterie zur Lebervene lief. Stellt man sich nach der Angabe der beistehenden Zeichnung unter

a die Leberarterie, unter *b* die Pfortader, unter *c* die Lebervene vor, so deutet der Versuch darauf hin, dass der Übertritt der Flüssigkeit aus der Arterie in der Pfortader leichter sein müsse, als aus der Arterie in die Lebervene.

Diese Beobachtung findet sich in Übereinstimmung mit der bekannten, anatomischen Thatsache, dass das Blut der Leberarterie, bevor dasselbe die Leberinseln eingeht, mit dem Blute der Pfortader communicirt.

II.

An diese Versuchsreihe an den todten Lebern sollte sich anschliessen eine Reihe von Beobachtungen an dem lebenden Organ. Da bekanntlich absolute Geschwindigkeitsbestimmungen des Blut-

stromes mit grossen Unsicherheiten behaftet sind, so war ich beschränkt auf Bestimmungen des Druckes und auf Beobachtungen der Störungen, welche nach Unterbindung der Gefässe, namentlich der Leberarterie eintreten. Meine Zeit hat mir jedoch nur erlaubt die letztere Reihe von Beobachtungen auszuführen.

Die Methode, nach welcher die Unterleibsarterien im physiologischen Institute der Josephs-Akademie unterbunden werden, stellt sich die Aufgabe, jene Operationen zu vollenden, ohne dass die Unterleibseingeweide vor die Bauchdecken gebracht werden. Dieses Ziel ist immer dadurch zu erreichen, dass man einen katheterartig gebogenen Kupferdrath an seiner krummen Spitze platt schlägt, die Schärfen des Randes abrundet und dann die platte Stelle durchbohrt; die Durchbohrung muss einen starken Faden aufnehmen können. Diesen Stab führt man gegen die betreffende Arterie und durchbohrt mit dem stumpfen Rande, indem man einen Finger der andern Hand entgegenhält, das Peritoneum hinter dem Gefässe; dann hebt man die Faden tragende Spitze bis in die Bauchwunde und zieht ein Ende des Fadens heraus, bringt dann den Stab hinter der Arterie zurück und schnürt zu. Die einzige Schwierigkeit, welche sich der Ausführung dieses Verfahrens entgegensetzt, besteht im Aufsuchen der einzelnen Arterien an einem Orte, an welchem sie möglichst isolirt und ohne Zerstörung wichtiger Nebengebilde umstochen werden können.

Den Stamm der Leberarterie kann man äusserst leicht auffinden, wenn man bei kleinen Hunden eine zollgrosse Öffnung in der *Linea alba* unterhalb des *Processus xiphoideus* angebracht hat; führt man den Finger an die concave Leberfläche, so fühlt man alsbald die Leberarterie pulsiren und indem man der Pulsation nachgeht, gelangt man leicht an die Stelle, an welcher die Leberarterie aus der Cöliaca hervorgeht. An ihrem Ursprunge liegt sie von einem starken Nervenbündel umschlossen; will man Gefäss und Nerven zugleich abbinden, wie ich dies meist gethan habe, so hat die Operation weiter keine Schwierigkeit; will man dagegen die Nerven abtrennen, so muss man die Arterie hervorziehen und die Isolation in der Wunde vornehmen; diese Handgriffe können nur bei sehr kleinen Hunden ausgeführt werden. Hat man aber den Stamm der Arterie unterbunden, so ist die Zufuhr des Arterienblutes nicht vollständig unterbrochen, weil die Anastomose der Leberarterie

mit der *Pancreatico duodenalis* noch offen steht. Da diese Anastomose bei Hunden keineswegs eine grosse ist, so wird wahrscheinlich die Zufuhr des arteriellen Blutes durch die Unterbindung des Stammes sehr vermindert. Will man aber auch diesen Zufluss abschneiden, so muss man unmittelbar vor oder nach der Theilung der Arterie in ihre Äste den Faden anlegen; da aber an jener Stelle Pfortader und Gallengänge innig an die Arterie anliegen, so ist es gerathen, hier die Unterbindung nur dann vorzunehmen, während man das Gefäss vor Augen hat. Um auch dieses bei einer Bauchwunde von den oben angegebenen Dimensionen und ohne Hervorziehung von Baucheingeweide möglich zu machen, lege man vorgängig einen Faden unter den Arterienstamm und ziehe mit Hilfe desselben die Arterie bis zu ihrer Theilung in die Bauchwunde. Indem man sich durch einen Gehilfen die Arterie in der Wunde fixiren lässt, kann man die Unterbindung der einzelnen Äste nach Belieben ausführen. Hat man sich einige Übung erworben, so folgt auf die Operation öfter nur eine gelinde Peritonitis.

Wenn ich aus meinen Beobachtungen das Resultat ziehe, so ergibt sich, dass in den Fällen, wo nur der Stamm der Arterie unterbunden war, gar keine nachtheiligen Folgen eintreten, wenn man die abrechnet, welche unmittelbar durch die Operation herbeigeführt wurden.

Überlebten die Thiere diese Peritonitis, so nahmen sie wieder Futter zu sich ein, tödtete man die Thiere, so wurde die Leber ganz normal gefunden. Wurde dagegen die Arterie jenseits der Anastomose mit der *Pancreatico duodenalis* unterbunden, so fanden sich 24 Stunden nach der Unterbindung in der Leber einzelne apoplectische Blutergüsse; untersuchte man 48 Stunden nach der Operation, so waren in grösserer oder geringerer Ausdehnung fettige Degenerationen des Lebergewebes da. Waren die Leberzellen noch vorhanden, so waren sie mit stark lichtbrechenden Tropfen gefüllt, welche sich in Äther lösten; noch später waren auch die Leberzellen verschwunden und durch eine fettige Masse ersetzt. Zwischen den degenerirten Lebermassen lagen andere vollkommen normale zwischen inne.

Da man behauptet hat, dass durch Unterbindung der Leberarterie die Gallenabsonderung unterdrückt werde, so habe ich natürlich auf diesen Punkt meine besondere Aufmerksamkeit gerichtet;

in keinem einzigen Falle habe ich jedoch eine Thatsache bemerkt, welche auf eine Störung der Gallenabsonderung hätte schliessen lassen, wie und wo auch die Leberarterie des Hundes unterbunden war, in allen Fällen war die Blase mit Galle gefüllt, die sich zu den gewöhnlichen Reagentien der normalen ganz gleich verhielt, und eben so enthielt der Darmcanal einen gallig gefärbten Inhalt.

Die Resultate meiner Versuche erwecken nun allerdings nicht einmal den Verdacht, als ob die Leberarterie an der Gallenbildung betheiligt sei. Sie sind aber auch nicht dafür beweisend, dass sich die Leberarterie der Gallenbildung enthalte; endlich sind sie auch nicht im Widerspruche mit den Beobachtungen von Kottmeyer, nach welchen bei dem Kaninchen wenigstens die Galle als ein Product des arteriellen Blutes angesehen werden sollte.

Übereinstimmend mit dem letztern fand ich, dass auch beim Hund die Unterbindungen zu Degenerationen der Leber führen; diese Zerstörungen scheinen ganz den Weg einzuschlagen, den man auch in anderen Organen, z. B. in der Niere verfolgen kann, wenn ihre Arterienstämme unterbunden wurden. Es scheint, dass aber auch in der Leber des Hundes der Zerstörungsprocess langsamer vorschreitet, als in der des Kaninchens, gerade so, wie es unter ähnlichen Umständen in der Niere der beiden Thiere der Fall ist.

Dieser Umstand lässt es erklärlich erscheinen, dass in meinen Versuchen die Leber noch Galle enthielt, während sie in den von Kottmayer angestellten nicht mehr aufzufinden war. Auch bei meinen Hunden wäre gewiss keine Galle mehr dagewesen, wenn der fettige Zerfall des Organs noch weiter fortgeschritten sein würde.

Fasst man unter dem eben hingestellten Gesichtspunkte, den schon Küthe geltend gemacht hat, den Zusammenhang zwischen dem arteriellen Blut und der Gallenbildung auf, so würde derselbe nur ein sehr indirecter sein; er würde darauf hinauslaufen, dass die Arterie das gesunde Bestehen derjenigen Apparate möglich machte, welche aus dem Blute der Leberinseln die Galle abscheiden. Mit der Annahme, dass die Leberarterie das Ernährungsblut des Lebergerüstes führt, stimmt nicht allein der bekannte Verlauf ihres ersten capillaren Systems überein, sondern auch die im ersten Theile dieser Abhandlung niedergelegten Erfahrungen über die relative Geringfügigkeit des Blutstromes, der in der Leberarterie kreist und endlich die Thatsache, dass das Venenblut aus den Leberinseln nicht in

die Leberarterie zurückfliessen kann — denn diese Blutart ist bekanntlich zur Ernährung der Gewebe nicht geschickt.

Wollte man nun aber die Meinung aussprechen, dass die eben hingestellten Wahrscheinlichkeitsgründe durch die auch nach der Unterbindung aufgefundene Anwesenheit von Galle zum vollkommenen Beweis dafür ergänzt wurde, dass die Leberarterie zur Gallenbereitung nicht nothwendig ist, so würde man mit Recht einwenden können, dass die Zeit, welche in meinem Versuche zwischen der Unterbindung und dem Tode der Thiere verstrichen war, möglicher Weise viel zu kurz gewesen sei, als dass die in der Leber von früheren Secretionsacten her angehäufte Galle schon hätte verschwinden können.

Aus allem diesem folgt, dass die vorliegende Frage nur durch Messungen erledigt werden kann, welche die Abhängigkeit der Gallenabsonderung von der Änderung im Arterienstrom feststellen. Die dauernde oder vorübergehende Unterbindung der Arterie muss also gleichzeitig mit der Anlegung von Gallenfisteln vorgenommen werden: diese Versuche behalte ich mir für die nächste Zukunft vor.

Versuche mit Unterbindungen der Leberarterie.

1. Versuch. Die Ligatur wurde an zwei Stellen angelegt und die Wunde zugenäht, das Thier war ganz munter, trank Wasser, nahm aber keine Nahrung ein. Nach 48 Stunden wurde das Thier getödtet. Autopsie: In der Bauchhöhle ist eine leichte Stufe einer Peritonitis zu bemerken und nur ein schwach trübes Exsudat vorhanden. Die Gefässe aller Bauchorgane sind nicht übermässig mit Blut gefüllt. Der Hauptstamm der Leberarterie und ein zweiter ziemlich dicker Stamm, der zur Gallenblase und linken Leberhälfte geht, sind vollständig unterbunden. Die Leber zeigt an der Oberfläche stellenweise Substanzverluste mit Durchbohrung ihres serösen Überzuges; an einzelnen Stellen ist die Lebersubstanz heller. Die Gallenblase ist mit gelbbrauner Galle gefüllt; die Contenta der Gedärme sind von Galle gefärbt.

2. Nach Unterbindung der Leberarterie war das Thier munter, frass sogar etwas, es wurde nach 48 Stunden getödtet. Autopsie: Eine bedeutende Peritonitis mit sehr schwachem Exsudat. Das Netz, schmutzig roth, ist an der Stelle der Ligatur durch ein ziemlich festes Exsudat mit den in die Leber tretenden Gefässen verlöthet: die anderen Organe sind bis auf eine leichte Peritonitis nicht abnorm. Unterbunden sind der Hauptstamm der Leberarterie und der Ast, welcher von der *Arteria pancreatico duodenalis* in den rechten Leberlappen geht.

Die Gallenblase ist mit Galle gefüllt. Die Lebersubstanz zeigt auf dem Schnitte gelbe Flecken, die allmählich in die Farbe der Lebersubstanz übergehen und von Mohnkorn bis Hanfsamen gross sind.

3. Das Thier zeigte nach der Unterbindung nichts von den früheren Fällen sich unterscheidendes und wurde nach 48 Stunden getödtet. Autopsie: Heftige Peritonitis, das Exsudat im kleinen Becken und von beiden Seiten der Wurzel des Gekröses ist flüssig trüb. Die Leber ist an den Rändern gleichmässig dunkelroth, an der Oberfläche sind in einzelnen Stellen weisse Flecken, die, wie es auf dem Schnitte zu sehen ist, in die Substanz eindringen, selbst stellenweise die ganze Substanz durchsetzen und sich vereinigen. Manche Flecken sind bis ¼ Zoll breit. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die Leberzellen mit Fett gefüllt sind, indem zwischen den Leberläppchen viel Fett vorhanden war. Die Gallenblase ist mit brauner Galle gefüllt; die Darmcontenta damit gefärbt. Unterbunden sind der Hauptstamm der *Arteria hepatica* und ein ziemlich dicker Stamm, der in den linken Leberlappen geht.

4. Die Arterie wurde an zwei Stellen unterbunden. Der Gesundheitszustand wie in früheren Fällen. Nach 26 Stunden wurde die Nath (wie gewöhnlich) von der Wunde abgenommen. Das Thier aber riss sich zufällig an einem scharfen Rand die Wunde auf, und starb nach 6 Stunden. Autopsie: 33 Stunden nach der Unterbindung. Eine heftige Peritonitis mit einem bedeutenden gelblichen dicken Exsudat. Alle Organe sind stark injicirt und stellenweise sind die Dünngedärme untereinander und mit dem Netz durch Exsudat zusammengelöthet. Unterbunden ist der Hauptstamm der *Arteria hepatica* und der Stamm der *Arteria cystica*, der zum linken Leberlappen geht. Die Leber ist an den Rändern dunkelbraun mit einem röthlichen Schimmer. Die Lebersubstanz zeigt viele weisse Flecken, theils mit scharfen, theils mit verwaschenen Rändern. In den weissen Flecken sind interlobuläre und centrale Gefässe ununterscheidbar; in den rothbraunen Stellen aber sind die Centralvenen stark injicirt. An der unteren Fläche des linken Leberlappens ist von der *Porta hepatica* ein weisser Fleck, der Dritttheil des Lappens bedeckt und in dessen Parenchym die *Vasa interlobularia* kaum bemerkbar ist. Diese weisse Masse durchdringt, wie es auf dem Schnitte zu sehen ist, die ganze Dicke des linken Leberlappens. Die anderen Theile der Leber sind theils braun, theils roth gefärbt mit deutlich unterscheidbaren interlobulären Gefässen und stellenweise mit weissen Flecken von Mohnkorn- bis Erbsengrösse. Die Gallenblase ist mit dunkler Galle gefüllt; die Darmcontenta mit Galle gefärbt.

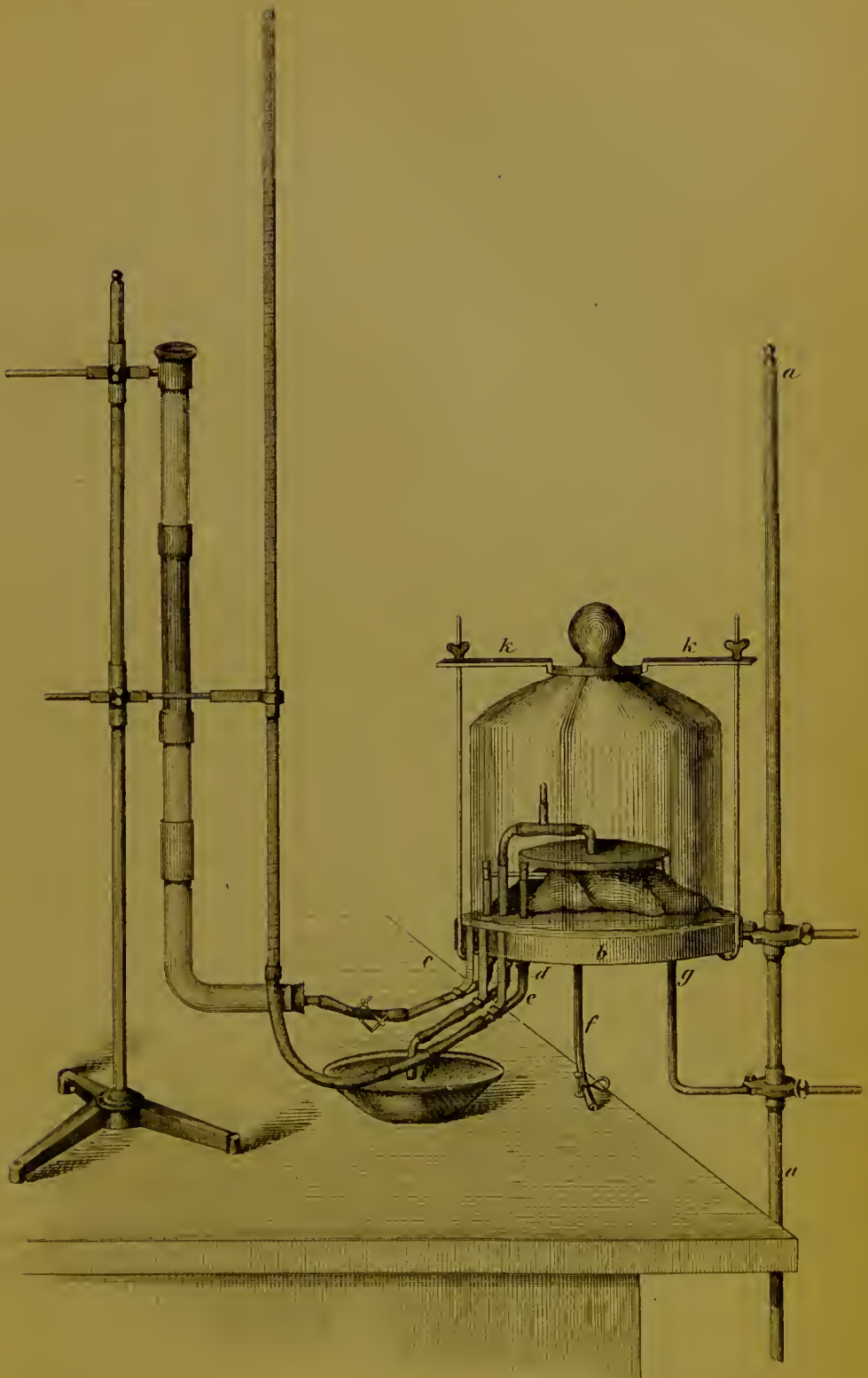
5. Ein weisser Hund lebte nach der Unterbindung der Arterie 43 Stunden. Autopsie: Bedeutende Peritonitis, das Exsudat ist mit Blut gefärbt. Die Erscheinungen in der Leber sind dieselben wie in dem vorhergehenden Falle, nur dass die weissen Flecken nirgends confluiren, sondern im ganzen Leberparenchym zerstreut sind. Die mikroskopische Untersuchung zeigte Anwesenheit von Fett in den Leberzellen. Die Gallenblase ist mit Galle gefüllt; die Darmcontenta mit Galle gefärbt. Unterbunden sind der Hauptstamm der *Art. hepatica* und der Stamm der von der Theilung der *Art. hepatica* herrührend, ein Ast, der in den linken Leberlappen und die *Art. cystica* geht.

6. Die Arterie wurde an zwei Stellen unterbunden. Das Thier nahm in den ersten 34 Stunden keine Nahrung zu sich, trank aber Wasser; während den zweiten 24 Stunden frass es. Nach 54 Stunden starb es. Autopsie: Eine heftige allgemeine Peritonitis mit eitrigem Exsudat. In der Submucosa und Subserosa des Magens sind bedeutende Blutextravasate, eben so an der Oberfläche und im Parenchym der Milz. Im Magen befand sich Schleim von Galle gefärbt, eben so sind die Contenta der Gedärme gebräunt. Die Leber ist an der obern und untern Fläche bedeutend erweicht und zeigte an einzelnen Stellen Substanzverluste, die ziemlich tief in das Organ eindringen. Die Farbe der Leber ist schmutzig braun, weisse Flecken sind nirgends zu bemerken. Die Gallenblase ist mit Galle, die eine körnige Masse enthält, gefüllt. Die seröse Hülle der Gallenblase ist trübgelb, die Lebersubstanz ist an der Stelle der Gallenblase stark erweicht, so dass die Gallenblase sehr leicht davon zu trennen ist. Unterbunden sind der Hauptstamm der *Art. hepatica* und ein dicker Ast, der die *Art. cystica* gibt und zum linken Leberlappen geht. Die mikroskopische Untersuchung der Lebersubstanz zeigt eine Fettdegeneration der Leberzellen; an den erweichten Stellen sind die Leberzellen theilweise zerfallen und es findet sich dort viel Fett vor.

7. Einem kleinen Hunde wurde die Leberarterie unterbunden. Das Thier starb in weniger als 24 Stunden. Autopsie: Peritonitis nicht sehr heftig; die Milz zeigt sehr viele kleine Infarcte und stellenweise blassere Flecken. Die Leber ist blass, stellenweise zeigt sie Blutinfarcte, besonders auf der oberen convexen Fläche und an den scharfen Rändern. Viele Infarcte befanden sich auch in den der Gallenblase benachbarten Theilen. Die Gallenblase trübgelb mit normaler gelbbrauner Galle gefüllt; Darmcontenta mit Galle gefärbt. Die Leber zeigt auf dem Schnitte eine starke Blutüberfüllung der Centralgefässe. Unterbunden sind der Hauptstamm der *Art. hepatica* und der Stamm, der die *Art. cystica* gibt.

8. Einem kleinen weissen Hunde wurde die Leberarterie unterbunden. Das Thier wurde am 5. Tage getödtet. Autopsie: Die Wunde ist von Granulationen ausgefüllt; in der Bauchhöhle befindet sich ein dickes blutgefärbtes Exsudat in geringer Menge. Die serösen Überzüge der Gedärme und des Magens zeigen eine starke Blutüberfüllung der Gefässe. Die Leber hat die normale Farbe und nur in einzelnen Stellen zeigt sie gelbe Flecken, die aber nicht tief in's Parenchym eindringen. Auf der Oberfläche in der Nähe des *Ligamentum suspensorium* ist der seröse Überzug der Leber verdickt. Die Wandungen der Gallenblase sind ebenfalls verdickt, die Blase ist mit brauner Galle gefüllt, die Darmcontenta sind mit Galle gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung der Leberzellen zeigt nichts abnormes und nur hie und da sind kleine Fetttropfen zwischen den Zellen zu bemerken. Unterbunden ist der Hauptstamm der Leberarterie an zwei neben einander liegenden Stellen.

Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien



Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. der k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. XLVI. Bd. II. Abth. 1862.